

**C11.2.5 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE**

E' fatto obbligo, al Direttore dei lavori, di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quelle stabilite nel progetto. Qualora i controlli, sia tipo A che di tipo B, non risultino soddisfacenti, si applicano le procedure indicate nel § 11.2.5.3 delle NTC.

Ai fini dei controlli di accettazione, si intende per "miscela omogenea" il calcestruzzo che, nell'ambito di una stessa ricetta di base, mantenga costanti i requisiti richiesti in termini di classe di resistenza e classe di esposizione; sono fatte salve lievi modifiche in termini di quantità e/o qualità dei componenti eventualmente necessarie per mantenere le prestazioni richieste.

**C11.2.5.1 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO A**

Ai fini di un efficace controllo di accettazione di Tipo A, è necessario che il numero dei provini prelevati e provati sia non inferiore a sei, quindi tre prelievi, anche per getti di calcestruzzo di quantità inferiore a 100 m<sup>3</sup> di miscela omogenea.

Premesso che  $R_c$  è il valore di resistenza di prelievo, ovvero il valore medio fra i valori di resistenza dei due provini di uno stesso prelievo, il Controllo di Tipo A è ritenuto accettabile se, per un numero di prelievi uguale a 3, sono verificate entrambe le disuguaglianze:

- 1)  $R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$
- 2)  $R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$

dove:

- $R_{c,min}$  è il valore di resistenza di prelievo  $R_c$  minore fra i tre prelievi;
- $R_{cm28}$  è il valore medio fra i tre valori di resistenza di prelievo; il termine 28 indica che i valori considerati sono quelli ottenuti da prove sui provini eseguite a 28 giorni di stagionatura;
- $R_{ck}$  è il valore caratteristico di resistenza di progetto.

**C11.2.5.2 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO B**

Il controllo di Tipo B è obbligatorio quando la quantità di miscela omogenea di calcestruzzo impiegato in un'opera è uguale o superiore a 1500 m<sup>3</sup>. Il controllo di Tipo B è costituito quindi da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea.

Il Controllo di Tipo B è ritenuto accettabile se, per un numero di prelievi non minore di 15, sono verificate entrambe le disuguaglianze:

- 1)  $R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$
- 2)  $R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 \cdot s$

con  $s$  = scarto quadratico medio.

Qualora la quantità di miscela omogenea da impiegare nell'opera sia maggiore di 1500 m<sup>3</sup>, ai fini del controllo si consiglia la seguente procedura:

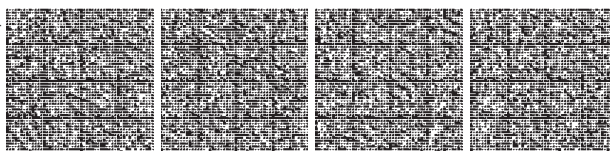
- 1) in prima fase, si esegue il controllo sul primo gruppo di 15 prelievi (30 provini);
- 2) successivamente, si esegue il controllo sul secondo gruppo di 15 prelievi;
- 3) contestualmente si esegue anche il controllo su tutti i prelievi disponibili (in questo caso 30);
- 4) si prosegue con la medesima procedura per i successivi gruppi di 15 prelievi, ovvero prima sull'ultimo gruppo di 15, poi sulla somma di tutti i precedenti;
- 5) qualora l'ultimo gruppo disponibile sia inferiore a 15 prelievi, questi si aggiungono al precedente gruppo.

I requisiti prestazionali più stringenti, adottati per i controlli di Tipo B, sono finalizzati a garantire la costanza prestazionale della miscela. In tal senso viene anche precisato che non possono essere accettati calcestruzzi con coefficiente di variazione ( $s/R_m$ ) superiore a 0,3, dove  $s$  è lo scarto quadratico medio e  $R_m$  è la resistenza media dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>). Inoltre, la norma prevede che con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al § 11.2.7.

**C11.2.5.3 PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO**

In questo paragrafo la norma fornisce una serie di prescrizioni comuni sia ai controlli di Tipo A che di Tipo B, utili ai fini di una corretta esecuzione dei controlli di accettazione. In primo luogo la norma intende sottolineare i compiti attribuiti al Direttore dei Lavori, che deve assicurare la propria presenza alle operazioni di prelievo dei provini di calcestruzzo nella fase di getto, provvedendo sotto la propria responsabilità:

- a redigere apposito Verbale di prelievo;
- a fornire indicazioni circa le corrette modalità di prelievo;



- a fornire indicazioni circa le corrette modalità di conservazione dei provini in cantiere, fino alla consegna al laboratorio incaricato delle prove;
- ad identificare i provini mediante sigle, etichettature indelebili, etc.;
- a sottoscrivere la domanda di prove al laboratorio, avendo cura di fornire, nella domanda, precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo, la data di prelievo, gli estremi dei relativi Verbali di prelievo, nonché le sigle di identificazione di ciascun provino;
- a consegnare i provini presso il laboratorio;
- ad acquisire i relativi **certificati di prova, che devono pertanto essere sempre consegnati allo stesso Direttore dei Lavori (che ne rende noti i risultati al committente, al collaudatore ed a quanti ne abbiano titolo) indipendentemente dal soggetto che effettua il pagamento della prestazione del laboratorio.**

Delle predette operazioni il Direttore dei lavori può incaricare, mediante sottoscrizione di **delega scritta**, un tecnico di sua fiducia, ferma restando tuttavia la personale responsabilità ad esso attribuita dalla legge.

Premesso che la resistenza caratteristica del calcestruzzo è definita convenzionalmente come quella ottenuta dalla prova di rottura a 28 giorni di stagionatura, la Norma ha prescritto, laddove le prove non possano essere eseguite esattamente al 28° giorno di stagionatura, che le stesse siano comunque eseguite entro 45 giorni dalla data di prelievo. Trascorso tale termine, il laboratorio accetterà e sottoporrà a prova il materiale ed emetterà il relativo certificato, in cui sarà chiaramente indicato, **per i campioni eventualmente provati oltre il 45° giorno dalla data del prelievo risultante dal verbale di prelievo redatto dal Direttore dei Lavori, che "ai sensi del §11.2.5.3 del D.M. 17.01.2018 le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera"**. In tale situazione il **Direttore dei Lavori**, nell'effettuazione dei controlli integrativi di cui al §11.2.6 delle NTC, **valuterà l'approfondimento delle indagini attraverso l'esecuzione di eventuali controlli distruttivi, sulla base della situazione effettivamente riscontrata, dell'esito delle prove e delle motivazioni del differimento nell'esecuzione della prova. Di tale attività si darà riscontro nella Relazione a Strutture ultimate.**

Qualora la consegna avvenga prima dei 28 giorni, il laboratorio provvede alla corretta conservazione dei provini.

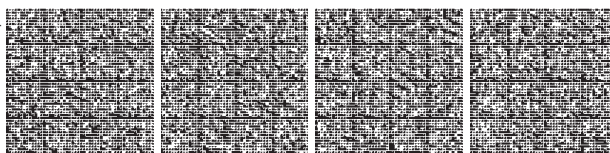
Pertanto, tenendo opportunamente conto della possibilità di consegna anticipata dei campioni in laboratorio, il Direttore dei lavori potrà organizzare le proprie attività in modo da ottimizzare il trasporto e la consegna dei provini al laboratorio, che provvederà alla corretta conservazione dei provini ed alla effettuazione delle prove nei tempi stabiliti.

Da quanto sopra emerge chiaramente la responsabilità attribuita al Direttore dei Lavori in merito al confezionamento, alla conservazione, custodia e consegna dei provini al laboratorio di cui all'articolo 59 del D.P.R. 380/01, al fine di garantire la necessaria corrispondenza fra il calcestruzzo sottoposto alle prove di accettazione certificate dai suddetti Laboratori e quello impiegato nell'opera, o in una parte o porzione dell'opera stessa, soggetta a controllo. Tale compito, assolutamente necessario a garantire l'efficacia e credibilità della filiera di controllo prevista dalla legge e dalle norme, potrà anche essere esercitato dal Direttore dei Lavori adottando tutte le iniziative che riterrà utili al raggiungimento dell'obiettivo, quali ad esempio garantire e documentare la tracciabilità dei provini mediante l'impiego di idonei strumenti tecnologici (ad esempio con *micro-chips* o targhette con codici a barre annegati nel calcestruzzo e soggetti a lettura digitalizzata e localizzazione spazio-temporale automatica in cantiere ed in Laboratorio) oppure affidando allo stesso laboratorio ufficiale incaricato il compito di effettuare il prelievo e l'accettazione dei provini in cantiere, occupandosi poi anche della maturazione fino alla stagionatura prevista per le prove.

Un ruolo significativo nella procedura di accettazione è svolto dal Laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo, il quale, sotto il controllo del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, deve svolgere costantemente la propria attività nel rispetto dei principi di qualità, trasparenza e indipendenza, declinati nei requisiti previsti dalle pertinenti disposizioni normative e ministeriali.

In tal senso, **il laboratorio deve, di norma:**

- **certificare solo prove le cui richieste siano regolarmente sottoscritte dal Direttore dei Lavori** o altra figura titolata a richiedere prove ufficiali (**collaudatore, RUP, CTU, nei casi previsti, etc.**); diversamente, in luogo del previsto Certificato ufficiale di prova, il laboratorio rilascia semplice Rapporto di prova, precisando che lo stesso Rapporto di prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71;
- accettare solo **richieste di prova in originale**, rifiutando richieste non firmate **o** non firmate in originale (in fotocopia o altro), salvo che le stesse non siano trasmesse **via PEC ai sensi** del Codice dell'Amministrazione Digitale; in tal caso oltre alla richiesta deve essere conservata (in formato elettronico o cartaceo) anche la mail di trasmissione, dalla quale sia possibile rilevare con certezza l'identità del mittente;
- **accettare solo provini di calcestruzzo provvisti di contrassegno**; tutti i provini devono essere identificati mediante sigle apposte direttamente dal richiedente, che devono corrispondere, evidentemente, alle sigle riportate sulla richiesta;
- **rifiutare provini che rechino segni evidenti che mettano in dubbio il regolare prelievo** dall'opera indicata dalla richiesta (ne sono un esempio il segno di vecchie etichette rimosse, ovvero la presenza di altre sigle pregresse rispetto a quelle indicate sulla richiesta);



- verificare le condizioni di planarità e verticalità sui cubetti di calcestruzzo prima di eseguire la prova;
- provvedere alla esecuzione delle prove a compressione conformemente alle norme UNI EN più aggiornate;
- evitare di conservare in laboratorio, anche provvisoriamente, provini che non siano regolarmente accettati e identificati, anche quando non siano destinati a prova o certificazione ufficiale, motivando in questo caso la permanenza in laboratorio;
- riportare sui certificati del calcestruzzo, gli estremi dei verbali di prelievo; in assenza degli estremi dei verbali di prelievo il laboratorio effettua le prove ma, in luogo del Certificato ufficiale valido ai sensi della Legge n. 1086/71, rilascia un semplice Rapporto di prova;
- riportare sempre sui verbali di accettazione e sui certificati il nominativo della persona fisica che ha consegnato il materiale al laboratorio, nonché il ruolo svolto, se diverso dal Direttore dei Lavori;
- attuare le disposizioni impartite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il contenuto minimo dei certificati di prova è descritto nel § 11.2.5.3 delle NTC. Lo stesso § 11.2.5.3 delle NTC ribadisce che: "Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici" e che "La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo", diversamente pertanto il laboratorio non accetterà i relativi campioni.

La norma precisa infine che le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale. In tal caso, pertanto, il laboratorio effettua le prove ma, in luogo del certificato ufficiale, rilascia un semplice rapporto di prova.

Inoltre, qualora il numero dei provini di calcestruzzo consegnati in laboratorio sia inferiore a sei, il laboratorio effettua le prove e rilascia il richiesto certificato, ma vi appone una nota con la quale segnala al Direttore dei lavori che "il numero di campioni provati dal laboratorio non è sufficiente per eseguire il controllo di Tipo A previsto dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni", tale segnalazione non inficia la validità del certificato, ma costituisce una segnalazione per il Direttore dei Lavori o altri soggetti preposti al controllo.

Si evidenzia, infine, che nello spirito di quanto esplicitamente previsto ai §§ 11.2.5.3, 11.3.2.12, 11.3.3.5.4, 11.3.4.11.3, 11.7.10.2, 11.10.1.1, 11.10.2.4, delle NTC, i laboratori di cui all'articolo 59 del D.P.R. 380/2001 incaricati dell'esecuzione delle prove devono conservare i campioni, di calcestruzzo, acciaio o qualsiasi altro materiale sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità, e non più per i venti giorni precedentemente previsti.

#### **C11.2.6 CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA**

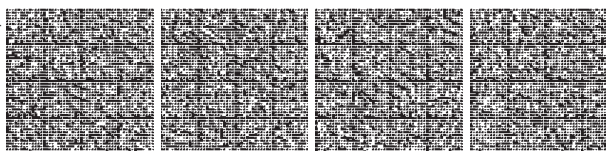
Può essere utile, spesso necessario, quando si presentino uno o più casi fra quelli previsti chiaramente dalla norma stessa, ovvero ogni qualvolta il Collaudatore ne ravvisi l'opportunità, controllare la resistenza del calcestruzzo già gettato in opera ed indurito.

È opportuno tenere sempre presente che tali prove non sono in ogni caso sostitutive dei controlli di accettazione, ma possono essere utili al Direttore dei lavori od al Collaudatore per formulare un giudizio tecnico sul calcestruzzo in opera.

Fatti salvi i diversi tipi di prove non distruttive che possono essere impiegate, quando il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera viene effettuato mediante carotaggio, si rammenta che per quanto attiene le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei saggi estratti e le relative modalità di prova a compressione, si può fare riferimento alle norme UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-1, UNI EN 12390-2 e UNI EN 12390-3, nonché alle Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera emanate dal Servizio Tecnico Centrale.

In ogni caso si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati; al riguardo, ancorché le Linee Guida precisino che i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm, si suggerisce di prelevare carote di diametro, ove possibile, non inferiore a 100 mm, ai fini delle valutazioni sulla resistenza più avanti riportate;
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura, (si devono scartare i saggi contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto altezza/diametro delle carote deve essere possibilmente pari a 1 o 2;
- i saggi estratti devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito al fine di impedire per quanto possibile l'essiccazione all'aria; a meno di diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su saggi umidi;
- nel programmare l'estrazione dei saggi si deve tener presente che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;



- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre le carote alla prova di compressione, la planarità ed ortogonalità delle superfici d'appoggio; infatti, la lavorazione o preparazione inadeguata delle carote porta a risultati di prova erronei. E' necessario, in tal senso, che il taglio dei campioni sia effettuato con ogni possibile accuratezza al fine di evitare disturbi al saggio stesso e che le superfici di prova siano adeguatamente preparate per garantirne planarità e ortogonalità.

Sulla base di quanto sopra, vista la complessità delle operazioni descritte, le NTC, al § 8.5.3, prevedono esplicitamente che il prelievo dei saggi e le relative prove siano effettuati da uno dei laboratori di cui all'articolo 59 del D.P.R. 380/2001. Ciò anche al fine di rendere coerente tutta la procedura di controllo sul calcestruzzo in opera mediante prelievo di saggi, che già prevede che le prove sulle carote siano eseguite e certificate da uno dei laboratori di cui all'articolo 59 del D.P.R. 380/2001.

Sotto il profilo operativo, effettuato il prelievo di un determinato numero di carote ed eseguita sulle stesse la prova di compressione con le procedure previste, si determina il valore caratteristico della resistenza strutturale cilindrica in situ, definita come  $f_{ckis}$ . A tale riguardo, le norme prevedono che la resistenza caratteristica in situ va calcolata in accordo alle *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera* elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, edizione 2017, nonché secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008 (§§ 7.3.2 e 7.3.3).

In particolare, le *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera* sottolineano come l'estrazione delle carote dalla struttura, per quanto condotta con le attenzioni sopra raccomandate, produca comunque un disturbo al calcestruzzo, per cui nel risultato di prova sulla carota si manifesta un decremento di resistenza. Per tenere conto di tale decremento, le citate *Linee Guida* hanno introdotto un Fattore di danno  $F_d$ , moltiplicativo della resistenza ottenuta dalla prova; il valore di  $F_d$  decresce all'aumentare della resistenza  $f_{carota}$  rilevata sulla specifica carota, come indicato nella tabella seguente:

**Tabella C11.2.6.1.- Fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote (H/D=1; d=100 mm)**

$f_{carota}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	10 ÷ 20	20 ÷ 25	25 ÷ 30	30 ÷ 35	35 ÷ 40	> 40
$F_d$	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04	1.00

Le medesime *Linee Guida* precisano inoltre che se la resistenza potenziale è espressa in valori cubici, l'eventuale determinazione della resistenza strutturale va effettuata su carote aventi rapporto H/D = 1 (con tolleranza  $\pm 0,05$ ); se invece la resistenza potenziale è espressa in valori cilindrici, l'eventuale determinazione della resistenza strutturale va effettuata su carote aventi rapporto H/D = 2 (con tolleranza  $\pm 0,05$ ), sconsigliando fortemente l'impiego di carote caratterizzate da un rapporto H/D intermedio, al fine di evitare l'introduzione di ulteriori incertezze derivanti dall'utilizzo del coefficiente di conversione, notoriamente posto pari a 0,83.

Pertanto, il valore della resistenza strutturale di ciascuna carota si determina come segue:

- $f_{carota} * F_d = R_{cis}$ , nel caso di provini, ottenuti da carote con rapporto H/D=1;
- $f_{carota} * F_d = f_{c, is}$ , nel caso di provini, ottenuti da carote con rapporto H/D=2.

Ciò premesso, il valore della resistenza caratteristica in opera  $f_{ckis}$  può essere determinata considerando l'approccio B se il numero di carote è minore di 15, oppure l'approccio A se il numero di carote è  $\geq 15$ , secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008 (§§ 7.3.2 e 7.3.3).

Determinato il valore della resistenza caratteristica strutturale in opera, la norma stabilisce che è accettabile un valore della predetta resistenza caratteristica, non inferiore all'85% del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto. Evidentemente il confronto fra i suddetti valori deve essere effettuato o utilizzando sempre la resistenza cilindrica o utilizzando sempre la resistenza cubica.

### C11.2.7 PROVE COMPLEMENTARI

Si precisa che i controlli complementari, come i controlli in corso d'opera sul calcestruzzo fresco, devono essere eseguiti dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

### C11.2.8 PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Gli stabilimenti che producono calcestruzzo con processo industrializzato devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego, detto sistema di controllo deve essere realizzato e certificato conformemente a quanto riportato al § 11.2.8 delle NTC.

La certificazione rilasciata dagli organismi terzi indipendenti di cui al quinto capoverso del § 11.2.8 delle NTC non deve essere limitata, evidentemente, all'accertamento dei requisiti di carattere generale richiesti dalle UNI EN ISO 9001, che riguardano l'organizzazione di qualità di ogni generica azienda, ma deve contenere i necessari riferimenti agli aspetti inerenti il processo produttivo, con particolare attenzione agli aspetti più squisitamente tecnici che concorrono alla qualità del prodotto.

